

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukční návrh držáku na solární panely
Design of Brackets for Solar Collectors

Student

Emil Rohel

Vedoucí bakalářské práce:

ing. Michal Kolesár

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Emil Rohel**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení

Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení

Téma: **Konstrukční návrh držáků na solární panely**
Design of Brackets for Solar Collectors

Zásady pro vypracování:

Proveďte analýzu na trhu dostupných solárních panelů a vydaných pokynů pro jejich instalaci.
Pro Vámi vybraný typ solárního panelu navrhnete sadu různých typů držáků na solární panely určené pro různé typy upevnění.

Typy upevnění:

- Rovná střecha
- Kolmá stěna
- Šikmá střecha
- Případně další typy

Zejména pro různé typy střech navrhnete vhodné řešení montážních způsobů.

Vytvořte výkresovou dokumentaci a definujte provozní podmínky a doporučenou údržbu vzhledem k podmínkám pro jejich využití.

Proveďte odpovídající základní statické pevnostní výpočty.

Technické parametry:

Vnější rozměr plochy 1 článku solárního panelu: 1 500 – 2 500 mm x 500 – 1 500 mm

Hmotnost 1 článku solárního panelu: od 30 – do 90 kg

Požadovaný sklon solárního panelu: dle parametrů stanovených od výrobce vybraného typu.

Seznam doporučené odborné literatury:

LIENVEBER, J., VÁVRA, P.: *STROJNICKÉ TABULKY* Třetí doplněné vydání, ALBRA – pedagogické nakladatelství, Úvaly, Havlíčkova 197, 2006.

KUBA, F.: *Pružnost a pevnost*, Vysoká škola báňská Ostrava, Ediční středisko VŠB, Ostrava 1990.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>](http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf).

HUBKA, V. *Konstrukční nauka*, Heurista, Zürich, 1995. 118 s. ISBN 80-90-1135-0-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

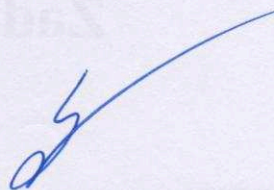
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Kolesár**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

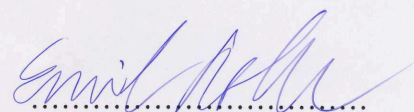


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne: 20.května 2013

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Emil Belka', written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

- беру на ведоми, же Высшая школа ба́ньская – Техни́кая универси́та Остра́ва (дále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).

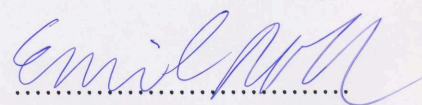
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- было件днано, же с VŠB-TUO, в пpипаде за́йма з její strany, узавpу лицен́нии сmlouvu с опра́внен́и́м у́жит д́ло в rozsahu § 12 odst. 4 ау́торского за́кона.

- было件днано, же у́жит své д́ло – диплоmovou (бакалářskou) пpа́ци nebo poskýтнout лицен́ии к jejímu vyúжитí mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je опра́внена в тако́м пpипаде ode mne požadovat пpиме́ренý пṕспевек на úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO на vytvóрен́и д́ла vynalóжены (až до jejich skutečné výše).

- беру на ведоми, же оdevздáním své пpа́це souhlasím se зvepе́жнен́и́м své пpа́це podle за́кона ч. 111/1998 Sb., о высokých шко́лах а о змéне а допл́нен́и да́льших за́конов (за́кон о высokých шко́лах), вe знéни позде́jších пpедпису́, без о́hledу на вы́сledek její обhа́юбы.

V Ostravě dne: 20.května 2013



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Emil Rohel

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Ivana Olbrachta 10, Bruntál 792 01

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ROHEL, E. *Konstrukční návrh držáků na solární panely: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2013, 43 s. Vedoucí práce: Ing. Michal Kolesár.

Bakalářská práce se zabývá stavebnicovou konstrukcí univerzálních držáků (montážních sad) na solární panely (solární kolektory) použitelné pro všechny typy solárních panelů bez ohledu na jejich rozměr a požadovaný sklon MS. Po úvodní kapitole následuje krátká rešerše k dané problematice. Jednotlivé stavební díly jsou popsány tak, aby vynikla univerzálnost jejich použití nejen pro MS s jedním SK. Bakalářská práce by našla uplatnění v montážních firmách zabývajících se instalací různých typů SK, aby mohly použít pouze jeden typ MS.

ANNOTATION OF BACHELOR WORK

Rohel, E. *Design of Brackets for Solar Collectorspanels: Thesis*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Engineering, Department of Production Machines and Design, 2013, 43 p Supervisor: Ing. Michal Kolesar.

This thesis deals with the modular design of universal brackets (mounting kits) solar panels (solar collectors) applicable for all the tips solar panels, regardless of their size and the required inclination MS. The introductory chapter is followed by a brief research on the issue. The individual components are described so it points out the versatility of use not only for the MS with one SK. Bachelor of work would find application in assembly companies engaged in the installation of various SK tips that they can use only one tip MS.

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Obecný popis problematiky	10
2.1	Solární kolektor (panel).....	10
2.2	Montážní sady	10
2.3	Profily MS	11
2.4	Nosný profil MS.....	12
2.5	Upevnění SK k NP	12
2.6	Kompatibilita MS různých výrobců.....	12
3	Konstrukce univerzální MS RS/F tip zobáček.....	14
3.1	Profily MS	14
3.2	NP.....	14
3.3	Spojovací prvky MS.....	16
3.4	Stanovení rozměrů univerzální MS pro SK tipu zobáček	18
3.5	Určení délky jednotlivých Jeklů trojúhelníku pro libovolný sklon MS	20
3.6	Výkresová dokumentace k MS	20
4	Konstrukce univerzální MS-ŠS tip zobáček	21
4.1	Profily MS	21
4.2	NP.....	21
4.3	Spojovací prvky MS.....	21
4.4	Výkresová dokumentace k MS	21
5.0	Další možné aplikace MS	22
6	Statické výpočty.....	23
6.1	Maximální síla působící na MS - F_c	23
6.2	Výpočet kritické síly, kritického napětí	24
7.0	Popis montáže stavebnicové konstrukce MS	25
7.1	Příprava spodního NP	25
7.2	Příprava horního NP	25
7.3	MS RS/F.....	26
7.4	MS RS	31
7.5	MS F	33
7.6	MS ŠS.....	35
8	Definice provozních podmínek, doporučená údržba	38
8.1	Definice provozních podmínek	38

8.2	Doporučená údržba	38
9	Zhodnocení	39
10	Závěr	39
11	Seznam použité literatury	40
11.2	Internet.....	40
11.3	Použitý software	41
	Seznam obrázků.....	41
	Seznam tabulek	43
	Seznam vzorců.....	43

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

BD	- betonové dlaždice	
E	- modul pružnosti materiálu	[MPa]
F	- síla	[N]
J	- moment setrvačnosti průřezu prutu	[m ⁴]
KV	- kombi vrut (kombinovaný šroub)	
L	- délka prutu	[m]
MS	- montážní sada (konstrukční držák)	
MS RS/F	- montážní sada rovná střecha fasáda	
MS ŠS	- montážní sada šikmá střecha	
NP	- nosný profil	
P	- přepona trojúhelníku	[mm]
RS	- rovná střecha	
S	- svislý profil	[m]
SK	- solární kolektor	
ŠS	- šikmá střecha	
S _p	- plocha průřezu prutu	[m ²]
S _v	- plocha tělesa obtékaného tekutinou	[m ²]
V	- vodorovný profil	[mm]
c _x	- součinitel odporu	[-]
g	- gravitační zrychlení	[m/s ²]
imbus	- šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem	
ρ	- hustota obtékané tekutiny	[kg/m ³]
v ²	- rychlost obtékané tekutiny	[m/s]
vNP	- vzdálenost nosných profilů	[mm]

1 ÚVOD

Existuje množství firem zabývajících se výrobou SK a k nim určených MS. Každá firma používá své MS, a není možné použít jednu MS na jiný kolektor.

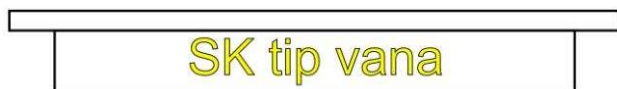
Obsahem bakalářské práce je návrh konstrukčního řešení (pro jednotlivé typy instalace) stavebnicového systému MS pro SK tak aby byl použitelný pro všechny typy SK bez ohledu na jejich rozměr a požadovaný sklon. Jeho součástí je i popis montážních návodů.

Jak bude uvedeno dále (kap 2.6) konstrukční návrh se přímo zabývá SK typu zobáček (kap 2.1) z důvodu jednoduchého systému upevnění. SK tip vana je možno na tyto sady rovněž upevnit, bylo by ale potřeba zjistit, jak je který SK upevněn k NP (každý bývá upevněn jinak), a toto upevnění aplikovat tak, aby se dalo použít i těchto MS. U MS ŠS záleží na výběru háku/šroubu pro daný tip střešní krytiny, způsobu kotvení do střešní konstrukce, odstranění části krytiny, zaměření krokví atd., což by vydalo na samostatnou knihu, a bude proto popsáno stručně. V kapitole 5 jsou uvedeny obrázky dalšího možného využití MS při poloze SK nastojato, s více SK, a zesílená MS. [3],[5]

2 OBECNÝ POPIS PROBLEMATIKY

2.1 Solární kolektor (panel)

Zařízení, přeměňující sluneční záření (energii) na teplo (ohřev vody). Solární kolektory mají 5x vyšší účinnost než fotovoltaické články. SK jsou z hlediska svojí konstrukce dvojího druhu: SK typu zobáček, SK typu vana.



Obrázek 2.1



Obrázek 2.2

2.2 Montážní sady

SK se nejčastěji umísťují na střechy staveb, a fasády domů. Instalace je možná i na zem, ale dochází k velkým ztrátám vedením tepla. Snahou výrobců je, aby kostru MS tvořily běžně dostupné profily typu L, T, U, H, protože jsou levné, všestranně použitelné (na všechny typy MS), jednoduše sestavitelné. Ve většině případů jsou využívány hliníkové slitiny. Některé MS umožňují volit i úhel nastavení mimo sklonu 45° i sklon 60° což přináší v zimním období zvýšený příjem slunečního záření. Rozlišují se tři základní typy MS: na rovnou střechu, fasádu a na šikmou střechu. Obrázek 2.11-2.16

MS na RS - Rovná střecha musí mít dle ČSN minimální sklon 1%, což má zanedbatelný vliv na sklon kolektoru a tím pádem i maximální využití slunečního záření. Je třeba brát v úvahu povrch střechy, a tomu uzpůsobit upevnění. Tyto MS se nejčastěji skládají z trojúhelníků, zavětrovacích vzpěr a spojovacích profilů. Pro jedno kolektorovou MS se dva trojúhelníky spojují zavětrovacími vzpěrami a spojovacími profily; poté se připevní například k betonovým patkám. Výhody - není nutný zásah do střešní konstrukce, po smontování MS je možné s ní pohybovat. Díly MS lze volně rozložit na střechu, a montér se může na střeše pohybovat bez jištění. Nevýhody - je málo % rovných střech, je potřeba brát v úvahu zatížení sněhem, aby se výška napadaného sněhu nedostala do výškové úrovně solárního kolektoru.

MS na fasádu - MS na fasádu se dimenzují sněhovému zatížení 2,0kN/m². Umístění je možné pouze na uzavřené fasádě, nepropouštějící vítr. Kolektory se instalují naležato (horizontálně). Je možná instalace i nastojato, ta zabírá ale mnohem více prostoru. V zimním období je využíváno nízké polohy slunce nad obzorem a odrazů od sněhu, které zvyšují účinnost kolektorů. Tyto MS se často skládají ze stejných profilů jako MS na RS. Mají navíc držáky (fasádní patky). Zateplení stavby hraje roli při výběru fasádních patek. Je

zde i možnost sklonu MS 45° a 60°. Výhody - k instalaci MS postačuje mnohdy pouze žebřík. MS je možno smontovat na zemi, poté přišroubovat k fasádním patkám. Nevýhody – instalovaná stěna musí být natočena jižním směrem. Může rušit estetický dojem stavby. Nutný zásah do tepelné izolace. Je nutno brát v úvahu zastínění budov, odkapávání vody v zimních měsících, a případné zastínění oken.



Obrázek 2.3 – kombi vrut s těsněním



Obrázek 2.4 – hák



Obrázek 2.5 – hák

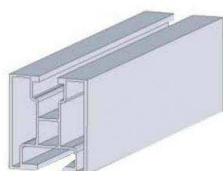
MS na ŠS - Šikmá střecha bývá u většiny staveb typu rodinných domů. Pokud je sklon střechy 45° je montáž SK nejideálnějším řešením. MS jsou nejlevnější, mají malý počet dílů. Jiná situace nastává, má-li střecha jiný sklon, a je potřeba upravit sklon kolektorů na požadovaný úhel 45°/60°. Upevnění MS ke střešní konstrukci je možné dvěma způsoby, háky a šrouby (kombi vruty) - Obrázek 2.3 – 2.5. Kombi vrut - kombinovaný šroub s metrickým závitem, někdy s plochou pro šestihranný klíč (uprostřed) a vrutem na straně druhé. Často bývají již vybaveny těsnícím profilem. Střešní hák - Kotvicí prvek MS na šikmou střechu. Montují se (pomocí kombi vrutů) až po sejmutí potřebné části střešní krytiny. Je široký sortiment střešních háků, k různým druhům střešní krytiny a typu uchycení. Výhody – velké % staveb se sklonem 45°. Rozsáhlý sortiment upevňovacích prvků. Velmi malý počet dílů MS. Nevýhody – Nutnost zásahu do střešní konstrukce. Složité podmínky pro montáž, nutnost znát rozmístění střešních krokví. Při měděné střeše uvažovat s galvanickým článkem.

2.3 Profily MS

Podobně jako u NP každá firma používá jiný profil montážních sad. MS musí odolat sněhovému zatížení i zatížení větrem, jsou většinou určeny pro instalační výšku do 20 metrů. Při větší instalační výšce se dodatečně zatěžují, zajišťují lany, nebo se používá více profilů u MS. Jednotlivé profily se řežou na patřičné délky, mnoho kusů (u trojúhelníků, zavětrovací vzpěry) je nutno na jejich koncích seříznout pod patřičným úhlem.

2.4 Nosný profil MS

Je společnou součástí všech typů MS. NP umožňuje vzájemné spojení SK s MS RF/F a kotvicím prvkem ŠS. Neexistuje univerzální profil pro všechny SK, každá firma používá své profily. V mnoha případech se využívá profilových drážek – ty slouží k zasunutí a aretaci spojovacích materiálů. SK se u každé firmy upevňuje k NP vždy stejným způsobem. SK je nutné zajistit na NP proti pohybu dolů, i proti pohybu do stran. U MS ŠS bývá NP jediným profilem MS (mimo spojovací materiál).



Obrázek 2.6 nosný profil

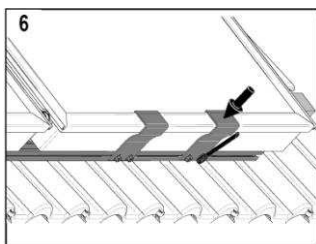


Obrázek 2.7 nosný profil

2.5 Upevnění SK k NP

SK se zobáčkem - upevnění je jednodušší. Některé NP jsou na tento způsob již konstruované a mají zarážku, do které se SK zaklesne. U dalších typů se do NP přimontuje přídržka a do ní se zaklesne SK, a na bocích se zajistí různými destičkami. Obrázek 2.9, 2.10.

SK typu vana - upevnění je prováděno každou firmou jinak. Jsou zapotřebí různě tvarované plíšky, destičky, přídržky. Některé SK mají po stranách, (vespod) drážky, do kterých se přídržky připevní a přimontují k SK (nebo opačně). Další možností je přichycení za skelet. Obrázek 2.8



Obrázek 2.8



Obrázek 2.9



Obrázek 2.10

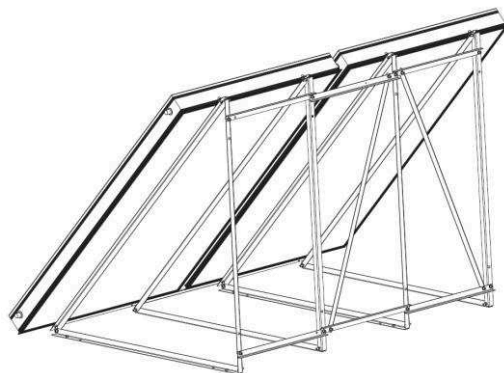
2.6 Kompatibilita MS různých výrobců

Pokud bychom vzali SK z jedné firmy, a chtěli ho přidělat na MS jiné firmy, nepodařilo by se nám to. A to hlavně z rozměrového důvodu, odlišných typů NP a systému upevnění SK k NP. Pokud bychom ale vzali jeden SK z jedné firmy, a chtěli ho přidělat na MS jiné firmy a použily přitom nosný profil a upínací prvky dané firmy SK, pravděpodobně bychom uspěli (pokud by vyhovoval rozměr). Vzhledem k sněhovému zatížení i zatížení větrem, na které jsou MS konstruovány, nehraje rozdíl hmotnosti SK zásadní roli.

Obrázky montážních sad



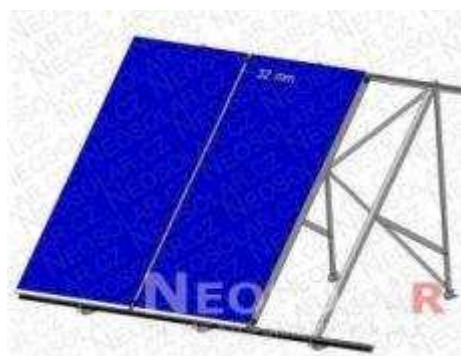
Obrázek 2.11



Obrázek 2.12



Obrázek 2.13



Obrázek 2.14



Obrázek 2.15



Obrázek 2.16

3 KONSTRUKCE UNIVERZÁLNÍ MS RS/F TIP ZOBÁČEK

Konstrukce je umožněna především použitím spojovacích profilů, které umožňují stavebnicové spojení MS, s libovolným sklonem. Z MS RS/F se pro MS ŠS použijí připravené NP. Pro konstrukci a montážní návod uvažují MS se sklonem 45°, SK rozměru 2090x1081 umístěným naležato. [4]

Materiály MS - Profily MS jako i spojky jsou z hliníkové slitiny AlMgSi0,5, která má tyto vlastnosti:

Eloxovatelnost	Velice dobrá
Povrchová úprava	Velice dobrá
Svařitelnost	Dobrá
Odolnost vůči korozi /mořské vodě	Velice dobrá
Obrobitelnost	Uspokojivá

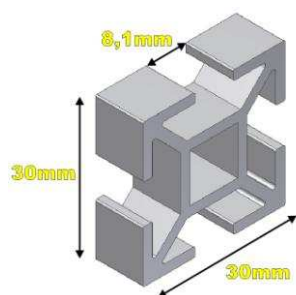
Tabulka 3.1- Chemické složení a mechanické vlastnosti AlMgSi0,5										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Ostatní	Al
Min	0,3	0,05			0,4			0,05		Zbyt
Max	0,7	0,4	0,1	0,1	0,9	0,1	0,2	0,2	0,15	
Hustota	2,7 g/cm ³		Modul pružnosti		69500 MPa					

3.1 Profily MS

Základem je uzavřený profil – Jekl. Dva druhy tak aby se jeden dal zasunout do druhého, což je důvod použití uzavřených profilů, a možnost stavebnicové konstrukce.

- 1- Jekl 40x40x4 AlMgSi0,5
- 2- Jekl 30x30x3 AlMgSi0,5

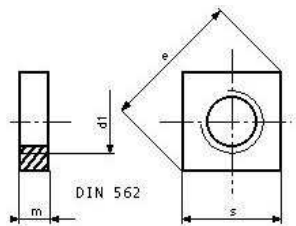
3.2 NP



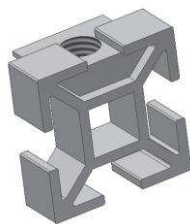
Obrázek 3.1 zvolený NP

Pro MS jsem se rozhodl využít jako NP kombi stojku ZH 0874-AlMgSi0,5 firmy Alupa s.r.o. Tento profil má výhodu (jako další), že se dá spojit s MS libovolnou stranou. Největší šroub, který projde její drážkou (8,1mm) je M8. Pro NP je potřeba navrhnout systém upevnění SK k NP, a potřebný spojovací materiál.

Spojovací materiál pro NP – [1],[6] Do drážky se musí dostat, šroub nebo matice. Vzhledem k hloubce drážky se do ní hlava šroubu M8 nevejde, proto se jako nejlepší řešení jeví použití čtyřhranné matice: Matice M8 DIN562/A2 $s=13\text{mm}$ $m=4$ $p=1,25$



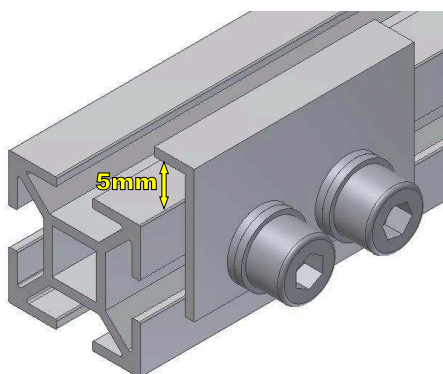
Obrázek 3.2 – Matice DIN562/A2



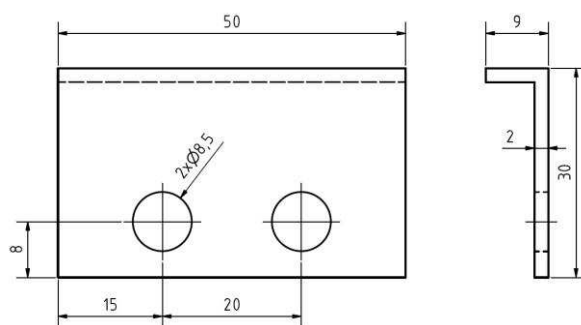
Obrázek 3.3 – profil do drážky

Alternativa profil do drážky - Alternativou je výroba negativu profilu drážky. Do tohoto profilu by se vyřezal závit M8. Výhodou tohoto řešení je vyšší profil, kopírování profilu drážky (nemožnost natáčení), větší styková plocha s NP, jeho délka není limitována. Nevýhodou nutnost výroby, není standardně dodávaným mimo hliníkové provedení.

Zajištění proti posunutí SK – spodní NP



Obrázek 3.4 – zajištění proti posunutí



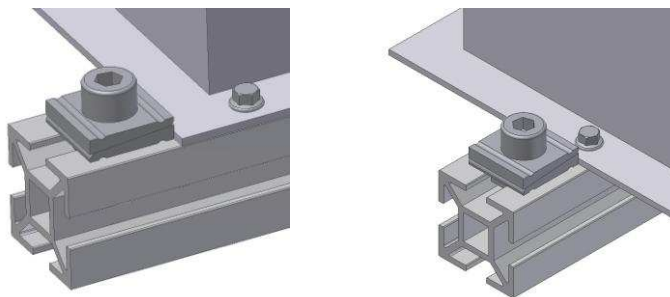
Obrázek 3.5 – přídržka kolektoru

Je nutné na dvou místech. Musí být použity 2 podložky pod každým imbusem, jinak by imbus zasahoval do NP. Dvojice imbusů je použita, aby se přídržka nemohla naklápět. Na jeden NP bude potřeba [6]:

Přídržka kolektoru	2x
Imbus ISO 4762/A2 – M8 x 12	4x
Podložka 8,4 DIN 433/A2	8x
Matice M8 DIN 562/A2	4x

Přídržka kolektoru - jako základní profil je použit Jekl 30x15x2 EN AW 6060 (materiál AlMgSi0,5). Strana s délkou 15mm bude seříznuta na 9mm. Vznikne tak přídržka s rozměry 30x9x2. Vzdálenost 5mm je více než dostatečná pro všechny typy SK se zobáčkem, dá se upravit vyvrtáním otvorů pro imbusy v jiné vzdálenosti.

Zajištění proti pohybu SK do stran



Obrázek 3.6 – zajištění proti pohybu SK

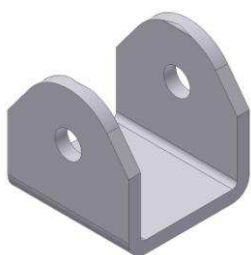
Před zajištěním pohybu do stran je nutno SK zajistit proti pohybu dolů. Jištění se provádí na horním i spodním NP, a je problematické z důvodu, rozdílné tloušťky zobáčku SK. Na jeden NP bude potřeba [5]:

Imbus ISO 4762/A2 – M8 x12	2x
Podložka 9 DIN 435/A2	2x
Matice M8 DIN 562/A2	1x
Šroub samovrtný TEX 4,2×16 DIN7504-K ZB	2x

Konstrukce NP je společnou částí všech tipů MS, a to i z hlediska montážního návodu

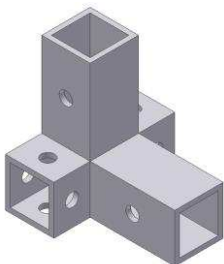
3.3 Spojovací prvky MS

Tvoří hlavní prvky stavebnicové konstrukce. Všechny otvory ve spojkách a jeklech jsou Ø11mm pro šroub M10. [4]



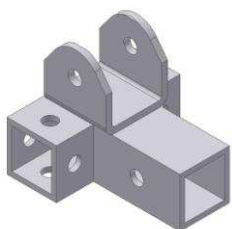
Obrázek 3.7

Spojka - Je základní částí, která umožňuje natáčení. MS se dá zkonstruovat s libovolným úhlem. Spojka umožňuje natáčení v rozsahu 180°. Je možné ji vyrobit jak z ohýbaného plechu tak i úpravou z hliníkového profilu U50x50x5, pro který jsem se rozhodl.



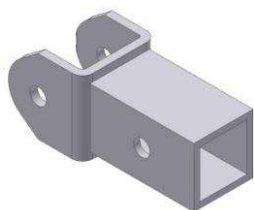
Obrázek 3.8

Pevná spojka - Tvoří spojení vodorovného, svislého, a spojovacího profilu. Pro danou MS se trojúhelníky smontují, nasunou na spojovací profily (spojovací profily do nich), po kterých se můžou ještě posouvat. Spojení šrouby lze provést z libovolné strany a směru, na jedné straně se může provést spojení, na druhé straně kotvení MS – což je rozhodující pro MS RS/F.



Natačecí spojka - Dá se použít jak nahoře tak i dole v trojúhelníku MS. Na každý trojúhelník jsou potřeba 2ks. Má stejné vlastnosti jako pevná spojka v oblasti spojování profilů, a spojení šrouby.

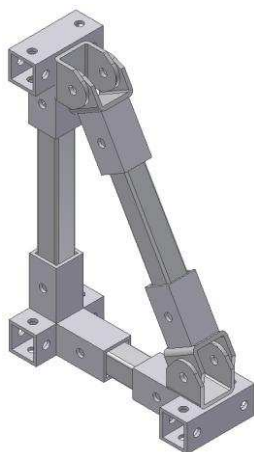
Obrázek 3.9



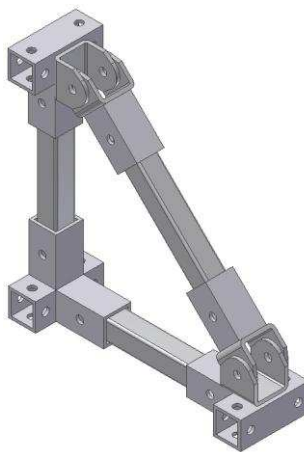
Protikus spojky - Tvoří přeponu trojúhelníku. Na každý trojúhelník jsou potřeba 2. Vzhledem k tolerancím a nepřesnostem ve výrobě doporučuji při montáži přepony trojúhelníku jednu stranu zašroubovat, a na druhou stranu Jeklu spojku pouze nasunout, a až po montáži do trojúhelníku provést provrtání a smontování.

Obrázek 3.10

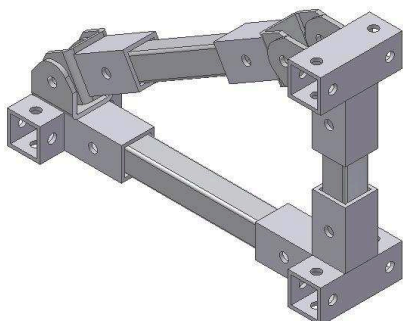
Univerzálnosti spojek – u MS se sklonem $60^\circ/30^\circ$ se MS sestaví (bez NP) a je použitelná jak pro sklon $60^\circ/30^\circ$ - záleží na tom, jak se postaví. Jednotlivé sklony se dosahují pouze změnou délek jednotlivých Jeklů, a natáčením spojek.



Sklon 60°



Sklon 45°



Sklon 30°

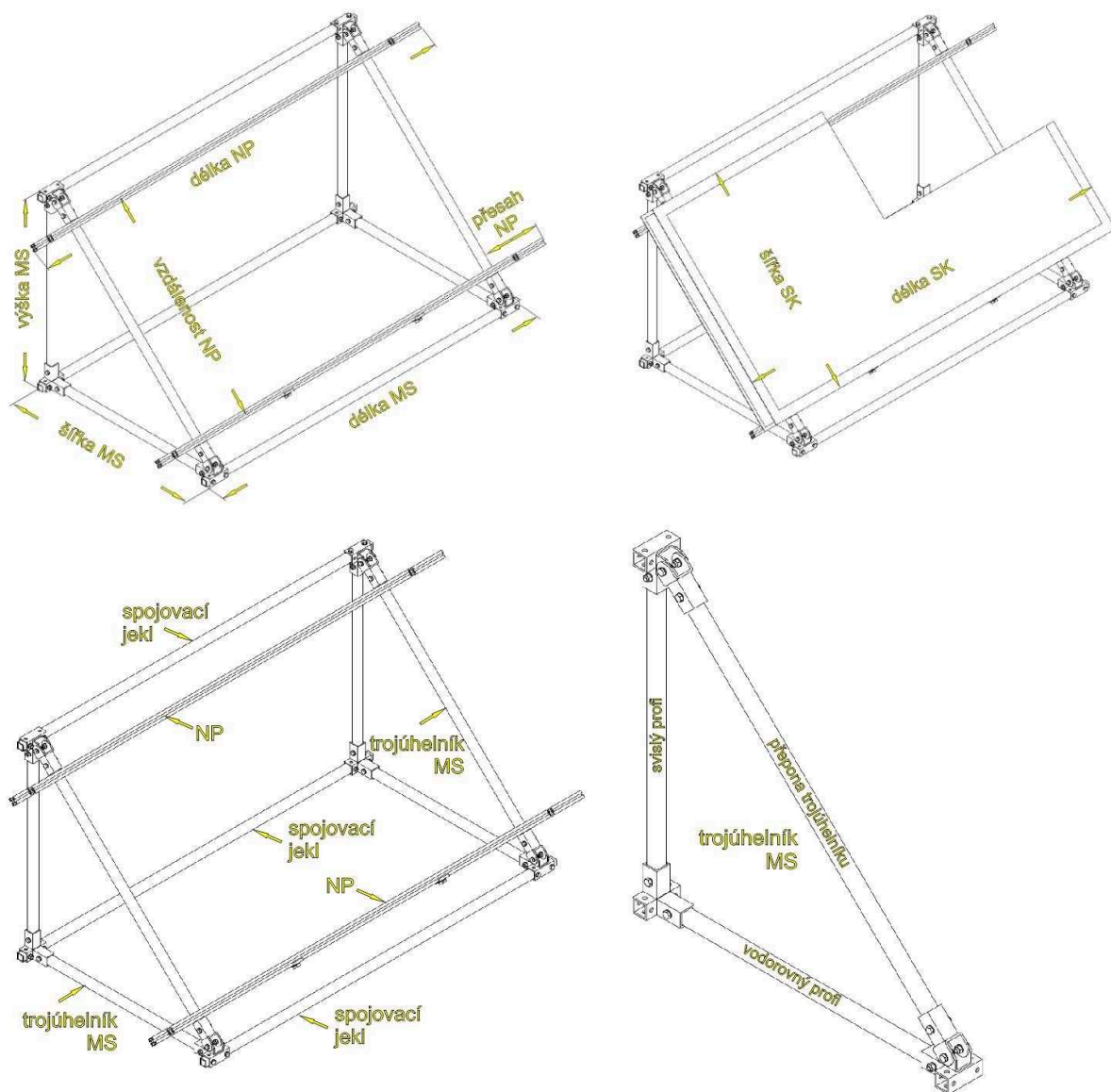


Sklon 15°

Obrázek 3.11 ukázky různého sklonu MS

3.4 Stanovení rozměrů univerzální MS pro SK typu zobáček

Pro MS jako základna pro stanovení východiska jejich rozměrů slouží délka a šířka SK. Na základě těchto rozměrů se stanoví jednotlivé rozměry MS a délky jednotlivých profilů. U MS na ŠS se používá pouze NP a lze vycházet ze stanovení jeho délky u MS RS/F. Jak bylo zmíněno, pro konstrukci univerzální MS RS/F uvažují sklon 45°, SK umístěný naležato. Jak bude v dalších kapitolách vysvětleno lze MS různými modifikacemi upravit pro větší počet SK, i umístění nastojato. Důležité je znát různé pojmy v MS - následující obrázek.



Obrázek 3.12 základní pojmy v MS

Stanovení z délky SK - Z hlediska upevnění SK není důležitá délka MS ale délka NP, na němž je SK upevněn. Někteří výrobci mají délku NP přibližně stejně velkou jako délku MS, u dalších NP přesahuje na obou stranách délkou MS. NP musí být vždy delší než SK. Rozdíl mezi nejkratším (1895mm) a nejdelším (2380mm) SK je 485mm.

Tabulka 3.2 Porovnání délkových rozměrů SK

Firma		PROPULS solar	Neosolar	ENBRA	Dražice	SANY	Tondach	Solární energie	ÖkoFen
Název SK		Suntime 2.1	GEO-TEC GSE	Solár 300	DZ 2000P	WSS 300	TS 300	Megasun ST 2000	Pellesol
Délka	mm	1895	1985	2009	2019	2040	2040	2050	2064
Šířka	mm	1063	985	1009	1037	1040	1040	1010	1154
Výška	mm	-	77	75	90	75	-	90	98
Tip SK	-	Z	Z	V	V	V	V	Z	V
Dostupné z: http://www.		propuls.cz/	neosolar.cz/	enbra.cz/	dzd.cz/	sany.cz/	tondach.cz	solarnienergie.cz/	oekofen.cz

		TWI	Regulus	Mega - Sunshine	Strojiny Bohdalice	Reflex	Viessmann	Thermo solar
		T3	KPW 1	EURO L20 AR	EKS 3000	RSK 2 25	Visotol 200-F	TS 330
Délka	mm	2090	2140	2151	2329	2240	2380	-
Šířka	mm	1081	1215	1215	1053	1060	1056	-
Výška	mm	105	110	110	110	86	90	-
Tip SK	-	Z	Z	Z	V	V	Z	V
Dostupné z: http://www.		twi.cz/	regulus.cz/	mega- sunshine.cz/	cistaenergie .cz/	reflexcz.cz/	viessmann. cz/cs/	thermosola r.sk/

Stanovení z šířky SK - Má rozhodující význam pro stanovení rozměrů MS. Situace upevnění SK je podobná jako upevnění délky SK. SK může a nemusí přesahovat okraj NP. Na začátku bývá SK zároveň s NP, na druhé straně se používá způsob, kdy SK přesahuje přes NP. Rozdíl mezi nejméně širokým (985mm) a nejširším (1215) SK je 230mm.

Tabulka 3.3 Porovnání šířkových rozměrů SK

		Neosolar	ENBRA	Solární energie	Dražice	Tondach	SANY	Strojiny Bohdalice	Viessmann
		GEO-TEC GSE 2000	Solár 300	Megasun ST 2000	DZ 2000P	TS 300	WSS 300	EKS 3000	Visotol 2000 F
Délka	mm	1985	2009	2050	2019	2040	2040	2329	2380
Šířka	mm	985	1009	1010	1037	1040	1040	1053	1056
Výška	mm	77	75	90	90	-	75	110	90
Tip SK	-	Z	V	Z	V	V	V	V	Z
Dostupné z: http://www.neosolar.cz/		enbra.cz/	solarnienergie.cz/	dzd.cz/	tondach.cz	sany.cz/	cistaenergie.cz/	viessmann.cz/cs/	

		Reflex	PROPULS solar	TWI	ÖkoFen	Regulus	Mega - Sunshine	Thermo solar
		RSK 2 25	Suntime 2.1	T3	Pellesol	KPW 1	EURO L20 AR	TS 330
Délka	mm	2240	1895	2090	2064	2140	2151	-
Šířka	mm	1060	1063	1081	1154	1215	1215	-
Výška	mm	86	-	105	98	110	110	-
Tip SK	-	V	Z	Z	V	Z	Z	V
Dostupné z: http://www.		reflexcz.cz/	propuls.cz/	twi.cz/	oekofen.cz /	regulus.cz /	mega- sunshine.cz /	thermosola r.sk/

Data v obou tabulkách (3.2 a 3.3) jsou aktuální ke dni 19.05.2013.

Postupnou úpravou modelu MS v Inventoru jsem stanovil výchozí rozměry MS (a délku NP):

Délka MS	-	1770	mm	Vzdálenost NP	-	1010	mm
Šířka MS	-	980	mm	Délka NP	-	2200	mm
Výška MS	-	980	mm	Přesah NP	-	250	mm

Vzdálenost NP - platí pro SK s šířkou větší než 1035mm, a je zároveň maximální možnou vzdáleností NP (při dodržení výše uvedených rozměrů). Pro SK s šířkou menší než 1035mm se vzdálenost zkrátí na 975mm. U MS na ŠS se dá nastavit pouze vzdáleností kotvicích prvků.

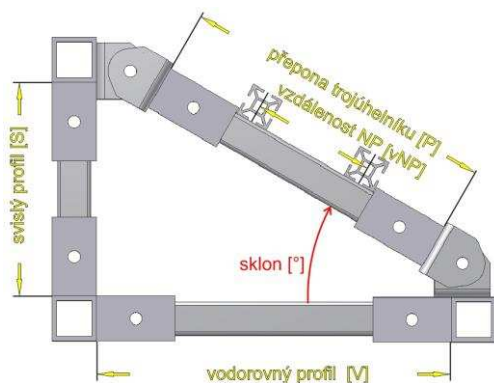
Délka NP - rozměr 2200 postačí pro SK do délky 2100mm. Pro stanovení délky NP pro každý SK postačí k délce SK přičíst 100mm.

Přesah NP - poloviční rozdíl mezi délkou NP a vzdáleností trojúhelníku.

U MS nejsou použity zavětrovací vzpěry. Jejich nahrazení je ve třech spojovacích profilech trojúhelníku Jekly 30, které jsou zasunuty do Jeklu 40 a sešroubovány.

3.5 Určení délky jednotlivých Jeklů trojúhelníku pro libovolný sklon MS

Předpokladem je, že všechny Jekly budou upevněny nadoraz do spojek. Délky určíme dle následujících vztahů. Základem výpočtu všech rozměrů je vzdálenost středů dvou NP, bude-li tato vzdálenost maximální, určí se délky Jeklů následovně výpočtem.



Obrázek 3.13 – stanovení délek jeklů v SM

$$P = vNP + 172$$

$$S = (P + 60) \cdot \sin \alpha + 20$$

$$V = (P + 60) \cdot \cos \alpha + 20$$

Vzorec 1 – délky jeklů MS

3.6 Výkresová dokumentace k MS

Výkresovou dokumentaci MS RS/F tvoří spojovací profily - příloha A, Jekly - příloha B, přepona s protikusy - příloha C, trojúhelník - příloha D, a MS RS/F - příloha E. Úplný přehled o celkové konstrukci MS dá i popis montáže.

4 KONSTRUKCE UNIVERZÁLNÍ MS-ŠS TIP ZOBÁČEK

Pro konstrukci uvažují sklon střechy 45°, SK naležato, a upevnění šrouby. Tato MS ŠS je použitelná na všechny typy upevnění pomocí šroubů. Pro upevnění háky, je MS použitelná v případě že hák po ukotvení má otvory (drážku) pro upevnění NP rovnoběžné s povrchem střešní konstrukce. Pokud nemá, postačí vyměnit desku, nebo NP zašroubovat přímo do háku. [4]

4.1 Profily MS

Vzhledem k uvažovanému sklonu 45° nejsou žádné. Pokud by střecha měla sklon 15°, dala by se použít MS na RS/F se sklonem 30°.

4.2 NP

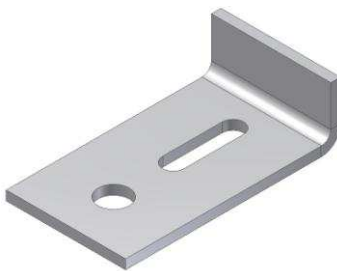
Jak bylo uvedeno v kapitole 4.3 délka NP = 2200mm.

4.3 Spojovací prvky MS

Záleží, pro jaký typ střešní konstrukce bude MS použita a na způsobu upevnění. Pro uvedený typ je potřeba jediný prvek.

Deska MS ŠS

Umožňuje spojení NP s libovolným KV M12. Pro jiné závity stačí převrtat otvor. Výhodu má v tom, že se do ní dá použít libovolný NP (i od jiných výrobců) záleží pouze na vyvrtané drážce. Na jednu MS ŠS pro jeden kolektor jsou potřeba 4 kusy. Po osazení desek NP lze s NP ještě neomezeně posouvat, a po jemném dotažení šroubů natáčet (v rámci drážky).



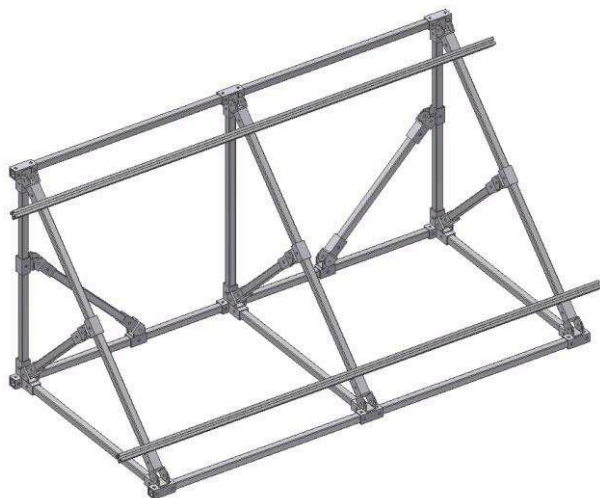
Obrázek 4.1 – deska ŠS

4.4 Výkresová dokumentace k MS

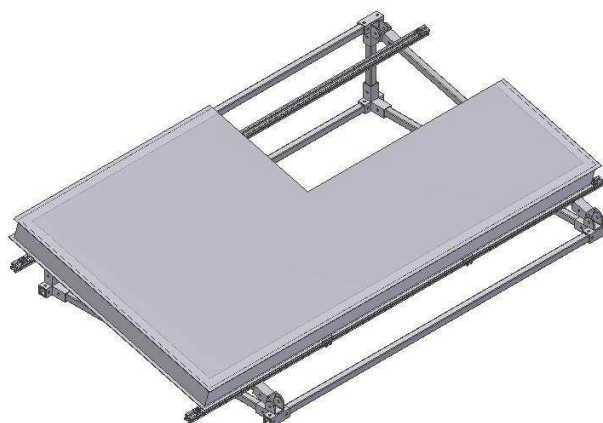
Výkresovou dokumentaci tvoří výše uvedená deska - příloha F. Úplný přehled o celkové konstrukci MS dá i popis montáže.

5.0 DALŠÍ MOŽNÉ APLIKACE MS

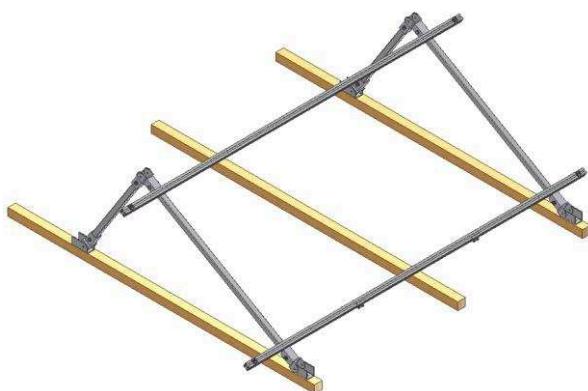
V této kapitole budou uvedeny pouze obrázky (bez popisu) dalšího využití MS při jiné poloze SK nastojato, s více SK, zesílená MS.



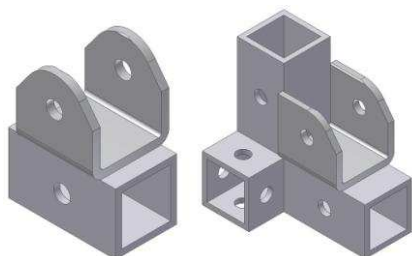
Obrázek 5.1 – zpevněná MS



Obrázek 5.2 – MS sklon 15°



Obrázek 5.3 – MS na dřevěnou konstrukci



Obrázek 5.4 – další možné spojky

6 STATICKÉ VÝPOČTY

Rozhodl jsem se provést kontrolu jednotlivých prvků MS (jekl 30x30x3, jekl 40x40x4, NP) na základě stability prutů, pomocí Eulerovi kritické síly druhého případu vzpěru → vzpěra je na obou koncích uložena kloubově. Tuto sílu poté porovnáám s maximální možnou silou, která může na MS působit. MS F je nejvíce zatížena ze všech tipů, a té se bude výpočet týkat. Kontrolován bude i NP – součást všech MS. [7],[8]

6.1 Maximální síla působící na MS - F_c

Maximální síla působící na MS se skládá ze dvou sil: síla tíhová, a síla větru (odpor těles obtékaných tekutinou). Maximální síla nepůsobí na jednom místě. Pro výpočet i z hlediska koeficientu bezpečnosti, uvažuji že bude vždy působit na každý počítaný profil samostatně.

Síla tíhová F_1 - Působí v těžišti MS. MS má hmotnost 16,0kg (modelová hmotnost v Inventoru včetně spojovacího materiálu). Pro výpočet dále uvažuji nejtěžší dostupný SK – 55kg. Celková hmotnost je 71kg → $F_1 = m \cdot g = 71 \cdot 9,81 \rightarrow F_1 \cong 697N$ [2]

Síla větru F_2 - Působí kolmo na plochu SK. Vzorec pro odpor těles obtékaných tekutinou:

$$F_2 = \frac{1}{2} \cdot c_x \cdot S_v \cdot \rho \cdot v^2 [N]$$

Vzorec 2 – síla větru

Hodnoty pro výpočet:

c_x - odporový součinitel činí pro kolmou stěnu (desku) je 1,1.

S_v - uvažuji již zmíněný SK 2090x1081. $S_v=2,26m^2$

ρ - obtékanou tekutinou je vzduch. Hodnota se zjistí například z: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/70-hustota-sucheho-vzduchu-jeho>. Hustota závisí na teplotě [°C] a atmosférickém tlaku [p] (nadmořské výšce). Hustota vzduchu [se pohybuje v rozmezí od 0,934 do 1,395 kg/m³. Uvažuji tedy p=100kPa, t=0°C → $\rho = 1,275 \text{ kg/m}^3$.

v^2 - rychlost větru určím dle Beaufortovy stupnice (http://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_stupnice). Uvažuji silný vítr jehož rychlost je: $v=13,8m/s$.

$$F_2 = \frac{1}{2} \cdot 1,1 \cdot 2,26 \cdot 1,275 \cdot 13,8^2 \rightarrow F_2 \cong 301N$$

Maximální síla: $F_c = F_1 + F_2 = 697 + 301 \rightarrow F_c = 998N$

Vzorec 3 – celková síla na MS

6.2 Výpočet kritické síly, kritického napětí

Pro výpočet jsou zapotřebí momenty setrvačnosti, modul pružnosti materiálu, délka profilů.

Momenty setrvačnosti použitých profilů - Určil jsem v Autodesk Inventor Professional 2010, v prostředí sestavy, kde jsem vkládal jednu součást po druhé a zjišťoval momenty setrvačnosti – tabulka 6.1. Hodnoty se zobrazují v milimetrech, a musí se převést na metry. Vzhledem symetričnosti profilů je J_x a J_y pro všechny shodné, a bude uvedeno jak J . [2],[7],[8]

Profil	J [mm ⁴]	J [m ⁴]	S_p [mm ²]	S_p [m ²]
Jekl 30x30x3	38382	$38382 \cdot 10^{-12}$	317	$317 \cdot 10^{-6}$
Jekl 40x40x4	125952	$125952 \cdot 10^{-12}$	576	$576 \cdot 10^{-6}$
Nosný profil	31824	$31824 \cdot 10^{-12}$	323	$323 \cdot 10^{-6}$
<i>Tabulka 6.1 momenty setrvačnosti a plochy profilů</i>				

Profil	Název profilu v MS	Délka profilu - l [m]
Jekl 30x30x3	přepona trojúhelníku	1,184
Jekl 40x40x4	součást spojek	0,100
NP	NP	2,200
<i>Tabulka 6.2 délky profilů pro výpočet</i>		

Kritická síla se určí dle Eulera: $F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2} [N]$ Vzorec 4 – kritická síla dle Eulera [7],[8]

Kritické napětí dle vztahu: $\sigma_k = \frac{F_k}{S_p} [MPa]$ Vzorec 5 – kritické napětí [7],[8]

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.0 má materiál AlMgSi0,5 modul pružnosti 69500Mpa, pro výpočet $69500 \cdot 10^6 Pa$. Pro výše uvedené profily jsem provedl výpočty (vzorec 4,5) v Excelu, a výsledky jednotlivých kritických sil a napětí uvedl v následující tabulce.

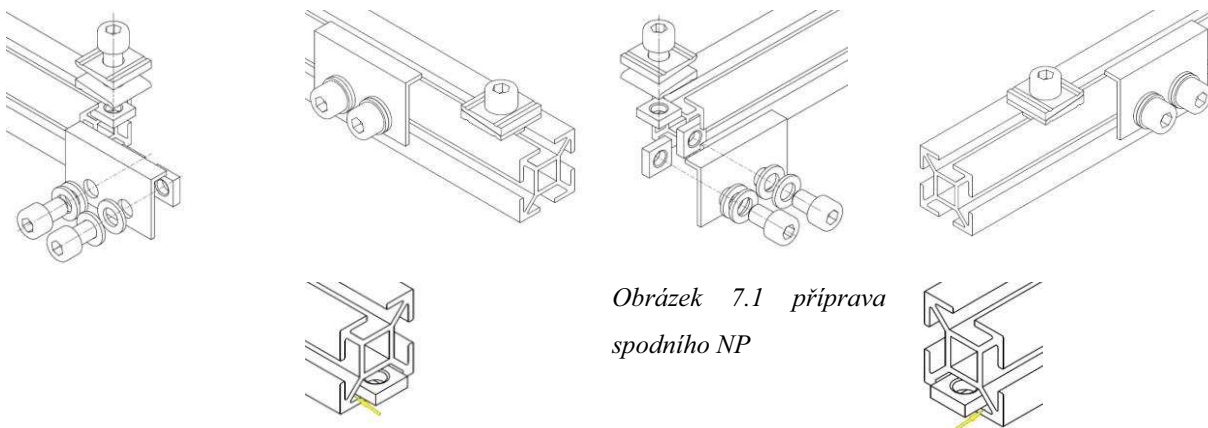
Profil	Kritická síla [N]	Kritické napětí [MPa]
Jekl 30x30x3	18 780	59
Jekl 40x40x4	8 639 520	15 000
Nosný profil	4 510	14
<i>Tabulka 6.3 kritické síly a kritické napětí</i>		

Jak je vidět maximální síla působící na MS (velikosti 998N) je přibližně 4,5x menší než nejmenší kritická síla působící na NP. Všechny profily tedy, ze statického hlediska vyhovují.

7.0 POPIS MONTÁŽE STAVEBNICOVÉ KONSTRUKCE MS

V kapitole 6.0 byly provedeny statické výpočty jednotlivých profilů MS. Součástí bakalářské práce je mimo konstrukční řešení MS i popis montážních návodů. MS F, MS ŠS, všeobecně platné pro různé varianty MS. Jak již bylo uvedeno, připravený spodní a horní NP jsou pro všechny MS stejné.

7.1 Příprava spodního NP

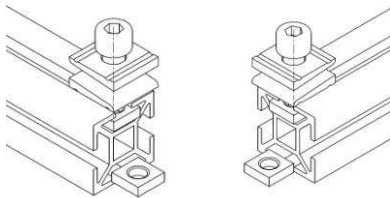


Obrázek 7.1 příprava
spodního NP

Z každé strany NP zasunout spojovací materiál dle obrázku. Následně provést jemné dotažení, tak ať se dá jednotlivými elementy pohybovat v NP. Poté zasunout do spodní drážky z každé strany jednu matici. Bude k tomu potřeba:

Přídržka kolektoru			2x
Imbus	M8x12	DIN912/A2	6x
podložka	9	DIN434/A2	4x
Podložka	8,4	DIN433/A2	8x
Matic	M8	DIN562/A2	6x

7.2 Příprava horního NP

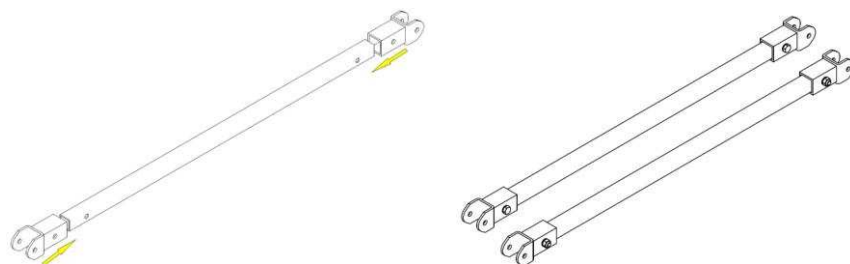


Obrázek 7.2 – příprava horního NP

Z každé strany NP zasunout spojovací materiál dle obrázku. Následně provést jemné dotažení, tak ať se dá jednotlivými elementy pohybovat v NP. Bude k tomu potřeba:

Imbus	M8x12	DIN912/A2	2x
podložka	9	DIN434/A2	4x
Matic	M8	DIN562/A2	2x

7.3 MS RS/F

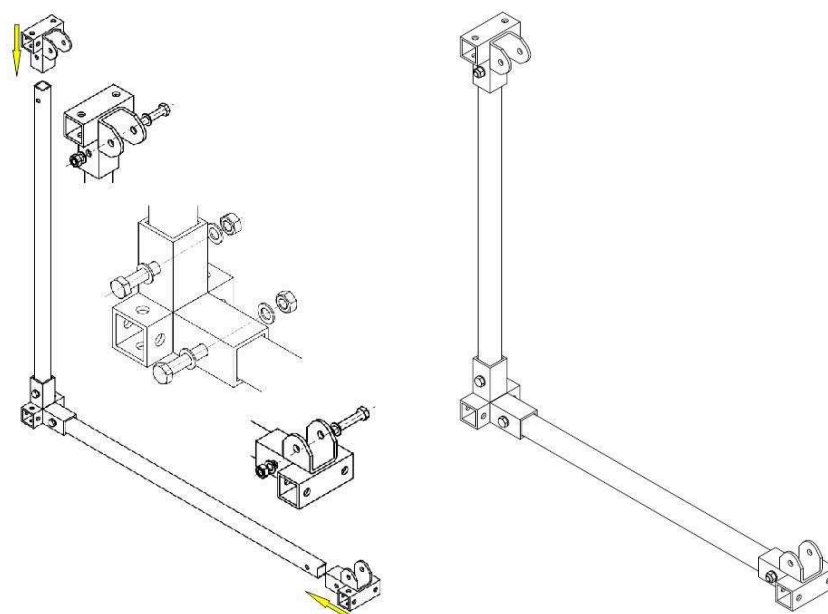


Obrázek 7.3 – přepony trojúhelníku

Do přepony trojúhelníku z každé strany zasunout protikus spojky, otvory proti sobě.

Nyní provést sešroubování. Bude k tomu potřeba:

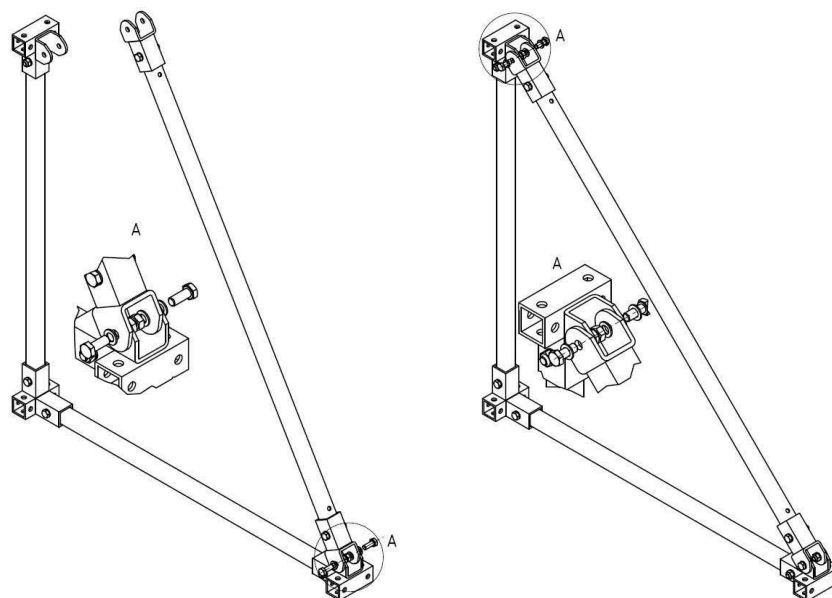
šroub	M10x55	DIN931/A2	2x
matice	M10	DIN934/A2	2x
podložka	10,5	DIN433/A2	4x



Obrázek 7.4 – montáž trojúhelníku

Vodorovný a svislý profil trojúhelníku zasunout do pevné spojky (otvory proti sobě) a sešroubovat. Na vodorovný a svislý profil trojúhelníku zasunout z každé strany natáčecí spojku, tak aby byly otvory proti sobě a sešroubovat. Bude k tomu potřeba:

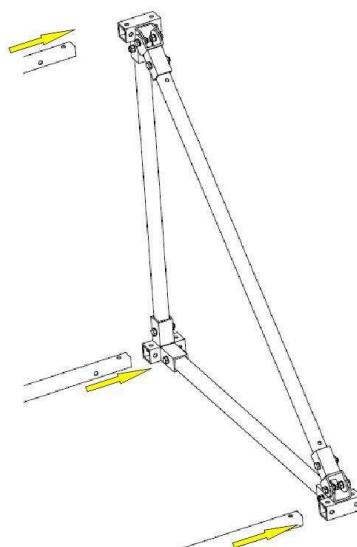
šroub	M10x55	DIN931/A2	4x
matice	M10	DIN934/A2	4x
podložka	10,5	DIN433/A2	8x



Obrázek 7.5 – montáž trojúhelníku

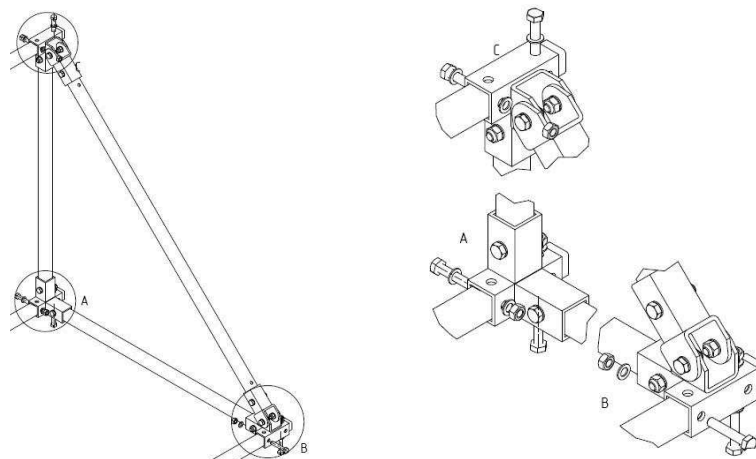
Přiložit přeponu s protikusy spojky proti spodní natáčecí spojce (otvory proti sobě) a sešroubovat. Natočit přeponu, taky aby byly horní otvory proti sobě, a sešroubovat. Bude k tomu potřeba:

šroub	M10x25	DIN931/A2	4x
matice	M10	DIN934/A2	4x
podložka	10,5	DIN433/A2	8x



Obrázek 7.6 – montáž MS

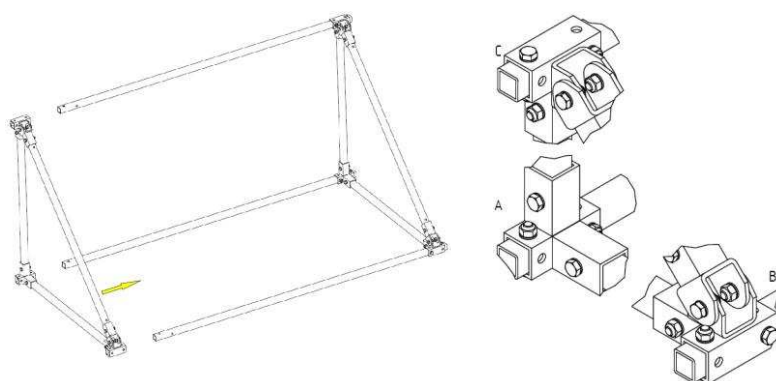
Do každého Jeklu 40 zasunout spojovací profil, tak aby otvory na konci byly ve svislém směru.



Obrázek 7.7 – montáž MS

Umístit spojovací materiál, a sešroubovat. Důležitější je, aby byly šrouby sešroubovány dle obrázku. Na každé spojce musí být provedeno spojení jak vodorovné tak svislé. Bude k tomu potřeba

šroub	M10x55	DIN931/A2	6x
matice	M10	DIN934/A2	6x
podložka	10,5	DIN433/A2	12x



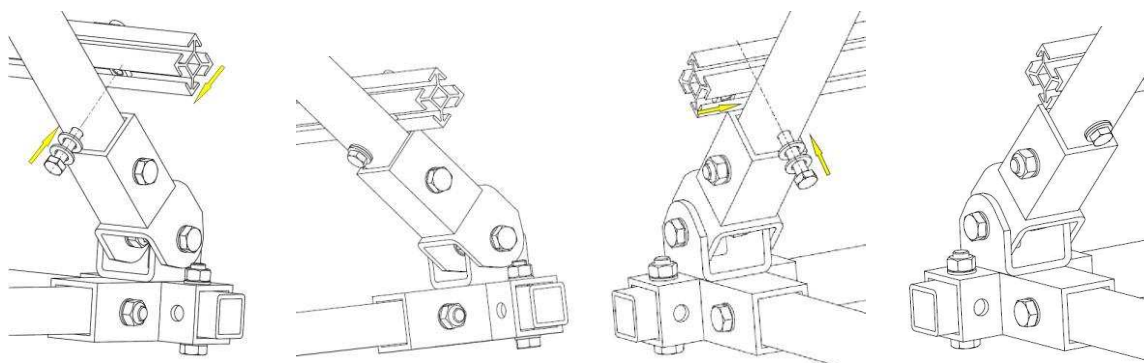
Obrázek 7.8 – montáž MS

Z druhé strany zasunout druhý trojúhelník, umístit spojovací materiál a sešroubovat. Důležitější je, aby byly šrouby sešroubovány dle obrázku. Na každé spojce musí být provedeno spojení jak vodorovné tak svislé. Bude k tomu potřeba:

šroub	M10x55	DIN931/A2	6x
matice	M10	DIN934/A2	6x
podložka	10,5	DIN433/A2	12x

MS je připravena pro montáž připravených NP, a je jedno jestli bude použita na MS RS/F.

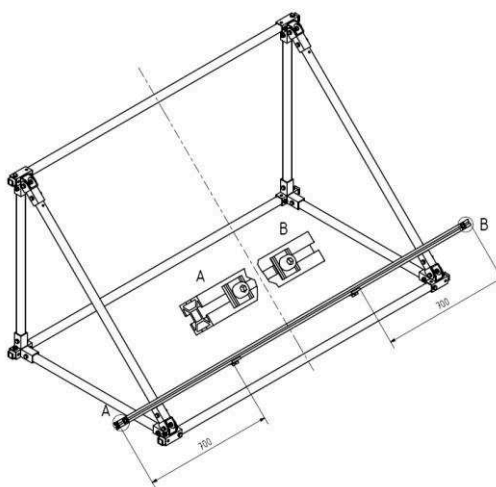
Montáž spodního NP



Obrázek 7.9 – montáž spodního NP

Na jedné spodní straně trojúhelníku nasunout šroub se dvěma podložkami do vyvrtané díry, a z druhé strany přisunout připravený spodní NP, tak aby se šroub mohl zašroubovat do spodní matice v NP. Šroub jemně utáhnout, tak aby NP nespádl, a dalo se s ním pohybovat. Na opačné spodní straně trojúhelníku nasunout šroub se dvěma podložkami, a přisunout matici (možno postrkovat drátem) v NP, tak aby se do ní mohl šroub zašroubovat. Šroub jemně utáhnout, tak aby se dalo s NP pohybovat. Bude k tomu potřeba:

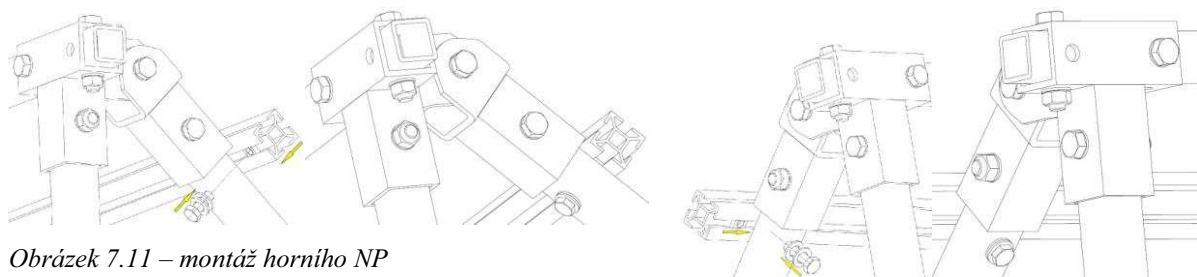
šroub	M8x40	DIN931/A2	2x
podložka	8,4	DIN433/A2	4x



Obrázek 7.10 – montáž spodního NP

Posunout NP tak aby byl na střed MS a utáhněte šrouby. Příchytky kolektoru (na každé straně NP) posunout do vzdálenosti 700mm od kraje. Podložky s imbusem přesunout do krajních poloh NP.

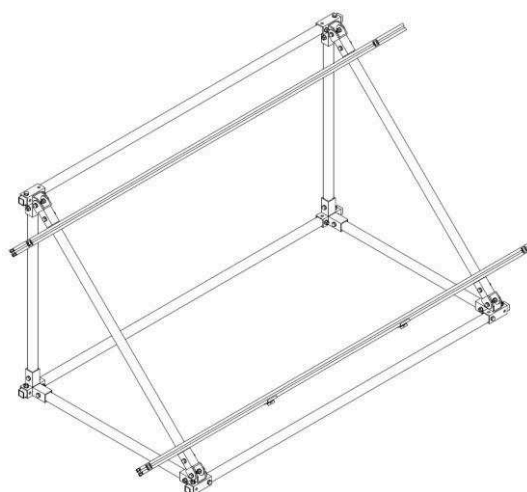
Montáž horního NP



Obrázek 7.11 – montáž horního NP

Na jedné horní straně trojúhelníka nasunout šroub se dvěma podložkami do vyvrtané díry, a z druhé strany přisunout připravený horní NP, tak aby se šroub mohl zašroubovat do spodní matice v NP. Šroub jemně utáhnout, tak aby NP nespádl, a dalo se s ním pohybovat. Na opačné horní straně trojúhelníku nasunout šroub se dvěma podložkami, a přisunout matici (možno postrkovat drátem) v NP, tak aby se do ní mohl šroub zašroubovat. Šroub jemně utáhnout, tak aby se dalo s NP pohybovat. Bude k tomu potřeba:

šroub	M8x40	DIN931/A2	1x
podložka	8,4	DIN433/A2	2x



Obrázek 7.12 – montáž MS

Posunout NP tak aby byl na střed MS a utáhnout šrouby, zkontrolovat s pozicí dolního NP. Podložky s imbusem přesunout do krajních poloh NP.

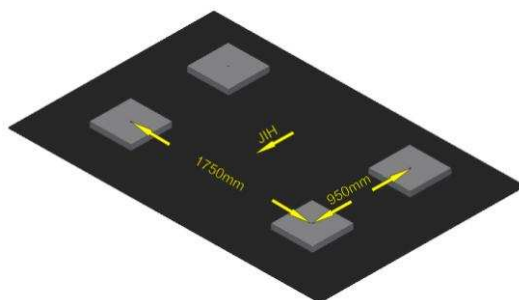
Nyní je MS připravena k montáži SK a záleží, k jakému účelu bude použita. Při montáži na fasádu se nejdříve upevní fasádní patky, na ně MS a teprve až potom SK. U MS na RS je situace obdobná.

7.4 MS RS

Uvažuji RS s eternitovým povrchem. Jako upevňovací prvek jsem zvolil betonové dlaždice 400x400x50 s hmotností 19kg, a kotvící prvek kotvy do betonu – M10x115 dostupný z: <http://www.wh-kote.cz>

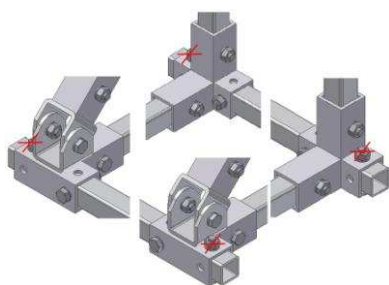


Obrázek 7.13 – kotva do betonu

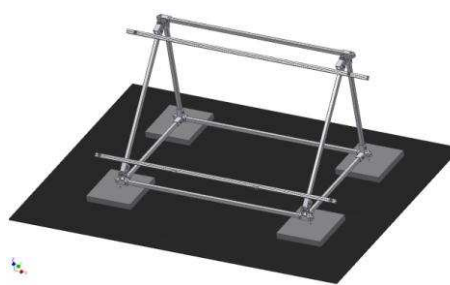


Obrázek 7.14 – rozložení BD

Do každé BD vyvrtat na střed otvor daný výrobcem kotvy. Na střechu rozložit 4ks BD dle obrázku. Je nutné, aby MS směřovala jižním směrem – použít kompas (buzolu).

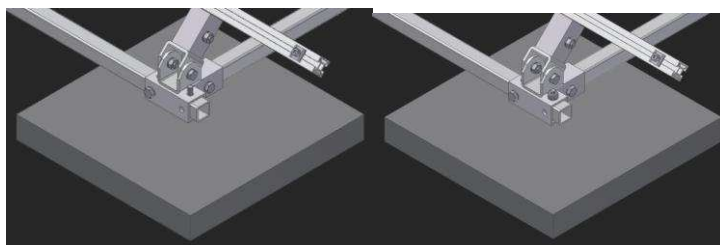
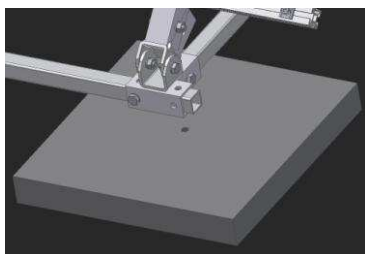


Obrázek 7.15 – odstranění šroubů



Obrázek 7.16 – položená MS

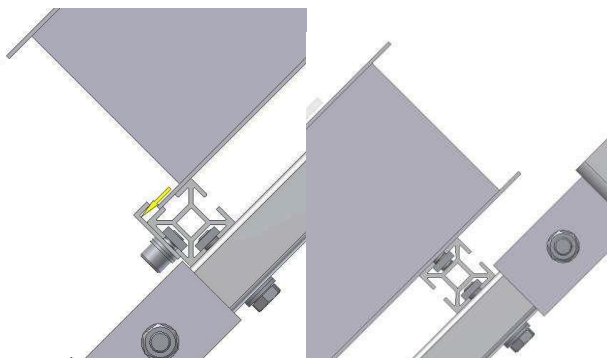
MS položit na zem a odstranit spojovací materiál ve svislém směru (šrouby, matky a podložky, na kterých MS stojí). MS umístit na BD tak, aby otvory (po odstranění šroubů) byly přesně nad otvory v BP. Bude-li třeba, posunout jednotlivé BD.



Obrázek 7.17 – uložení MS

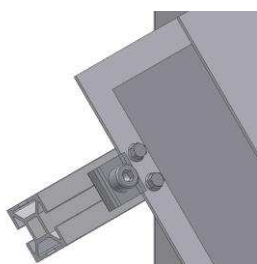
Do každého ze čtyř otvorů zasunout skrz MS kotvu do betonu až do dna BD - před tím z ní sundat matku a podložku. Je možné sundat MS umístit kotvy, a MS zpětně položit. Umístit zpět podložky a matky a řádně dotáhnout.

Přípevnění SK

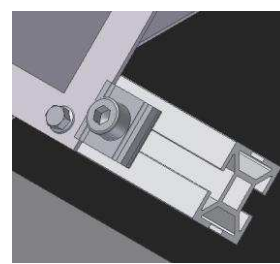
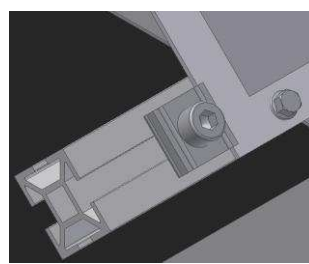
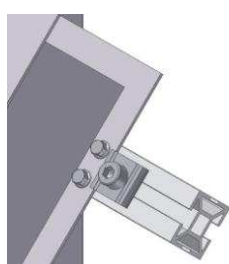


Obrázek 7.18 – přípevnění SK

V dolním NP zasunout SK tak, aby byl zobáček zasunut nadoraz do přídržky SK, a nahoře aby ležel na NP. Zajistit vystředění SK na NP.



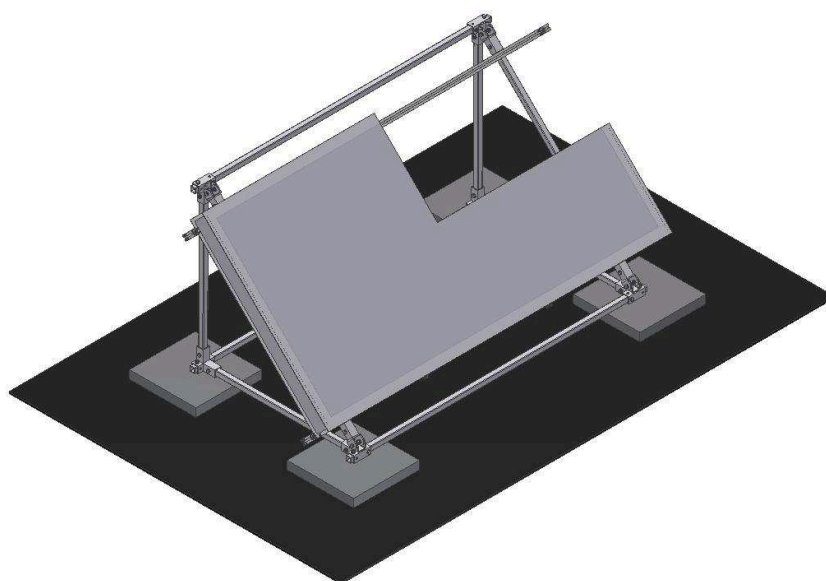
Horní NP



Dolní NP

Obrázek 7.19 – zajištění SK

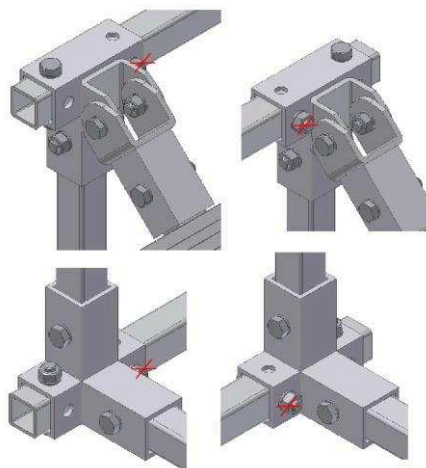
Z každé strany horního i dolního NP přisunout imbus s podložkami k SK a dotáhnout, dbát na to, přitom aby se SK nepohnul. U dolního NP provést dodatečné jištění jedním vrutem, v horním NP jištění 2 vruty. *Montáž je hotova.*



Obrázek 7.20 MS RS

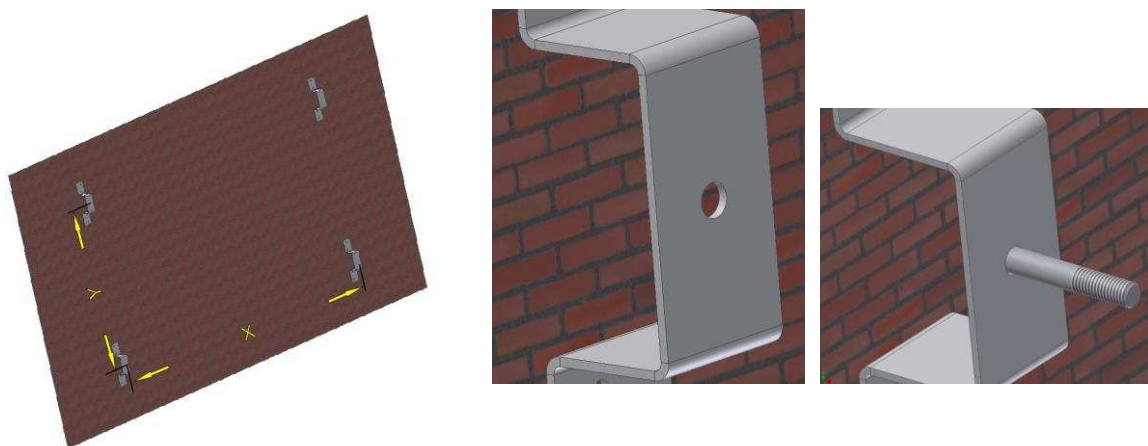
7.5 MS F

Uvažuji upevnění pomocí fasádních patek, a stěnu stavby bez zateplení – přímá montáž do zdi. Základem je správné rozměření. Fasádních patek existuje velké množství, volím výrobu, nikoliv nákup – FP se tak může přizpůsobit jakékoliv stavbě, konstrukci.



Obrázek 7.21 – odstranění šroubů

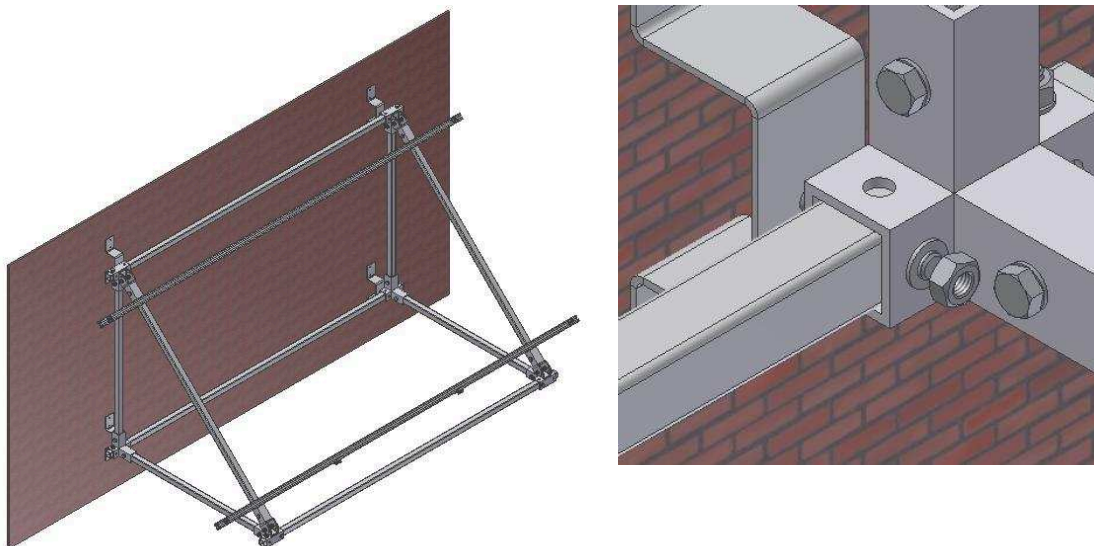
MS položit na zem a odstranit spojovací materiál ve vodorovném směru (šrouby, matky a podložky) kterými by se MS opírala o zeď. Změřit rozteče otvorů (X, Y) po odstranění spojovacího materiálu. Tyto rozteče budou roztečemi fasádních patek.



Obrázek 7.22 – fasádní patky

Upevnit fasádní patky hmoždinkami na fasádu, tak aby jejich středy odpovídaly rozteči otvorů X, Y. Pokud nejsou fasádní patky provrtány, provést provrtání fasádních patek Ø11 tak aby rozteče odpovídaly rozměrům X, Y. Do otvorů fasádních patek zasunout šrouby a podložky.

Bude k tomu potřeba: Šroub M10x60 DIN931/A2 4x, podložka 10,5 DIN433/A2 4x



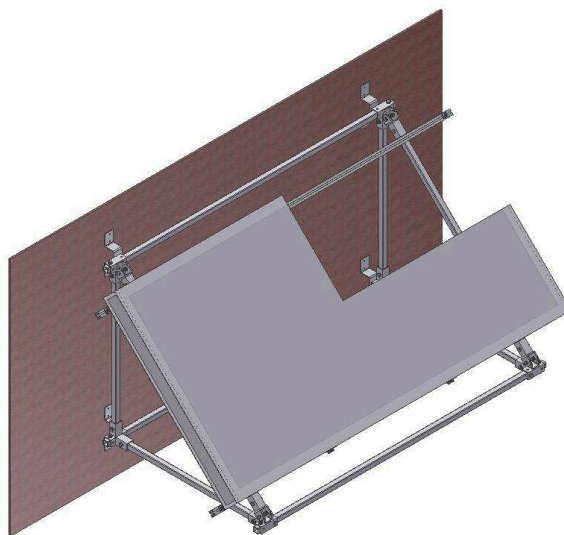
Obrázek 7.23 – umístění MS

Na tyto šrouby přisunout MS a smontovat. Nebo 1 otvor MS přisunout k patřičné FP, sešroubovat, následně stejným způsobem ostatní. Bude k tomu potřeba:

matice	M10	DIN934/A2	4x
podložka	10,5	DIN433/A2	4x

Montáž samotného SK - zopakovat postup uvedený v kapitole 7.4 MS RS část Připevnění SK.

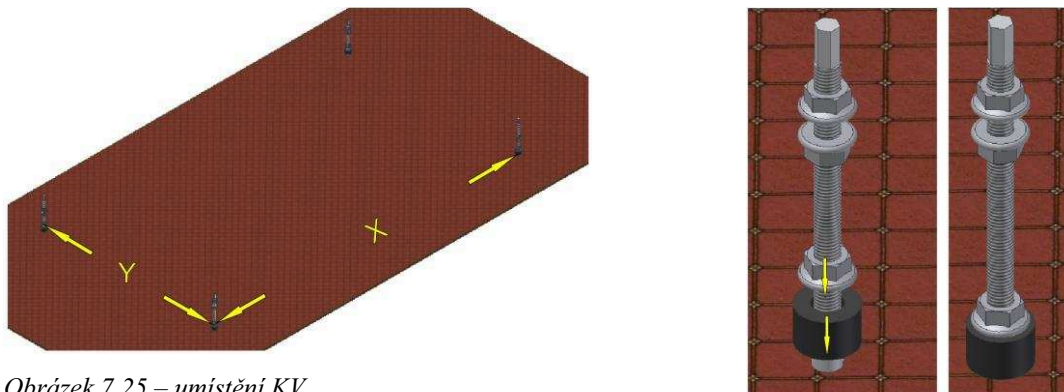
Montáž je hotova.



Obrázek 7.24 MS F

7.6 MS ŠS

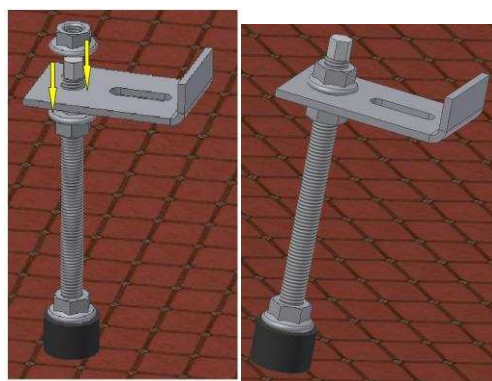
Uvažuji plechovou (eternitovou) střechu. Důležitá je známost rozmístění střešních krokví. Jako kotvící prvek volím: Kombi vrut M12x300, dostupný například z: <http://www.foerch.cz/product.aspx?p=ec9ddbfc-93c1-475e-985a-5fe15ebb793&g=c786f077-16f8-43ef-833c-96b2dcd5a5aa>. Předpokladem je již smontovaný horní a nosný NP uvedený v kapitole 7.1 a 7.2.



Obrázek 7.25 – umístění KV

Zjistit přesné rozmístění krokví, a provést provrtání pro 4 kusy KV, tak aby vzdálenost X nebyla větší než délka NP, vzdálenost Y vzdálenost NP = 1010mm. Do těchto otvorů zašroubovat KV, tak aby byla celá vrutová část KV zašroubována. Dotáhnout matky s těsněním na střešní konstrukci.

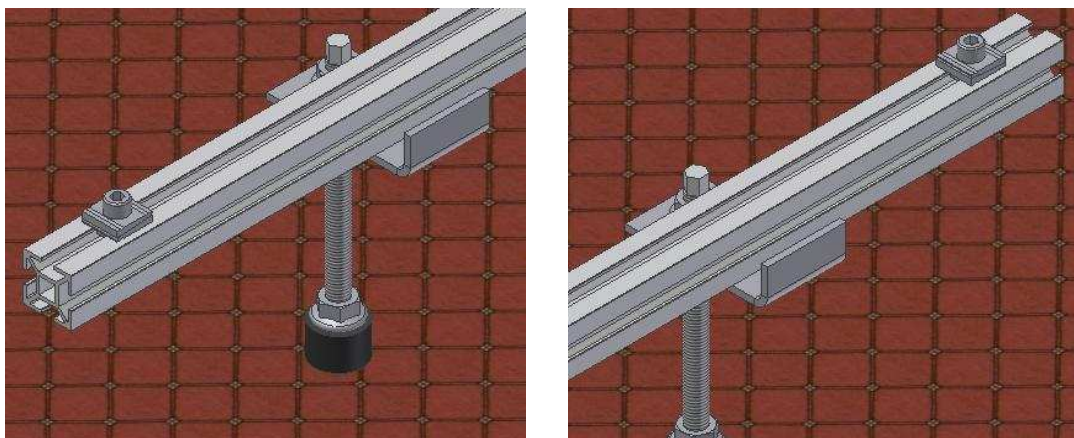
Upevnění desek



Obrázek 7.26 – upevnění desek

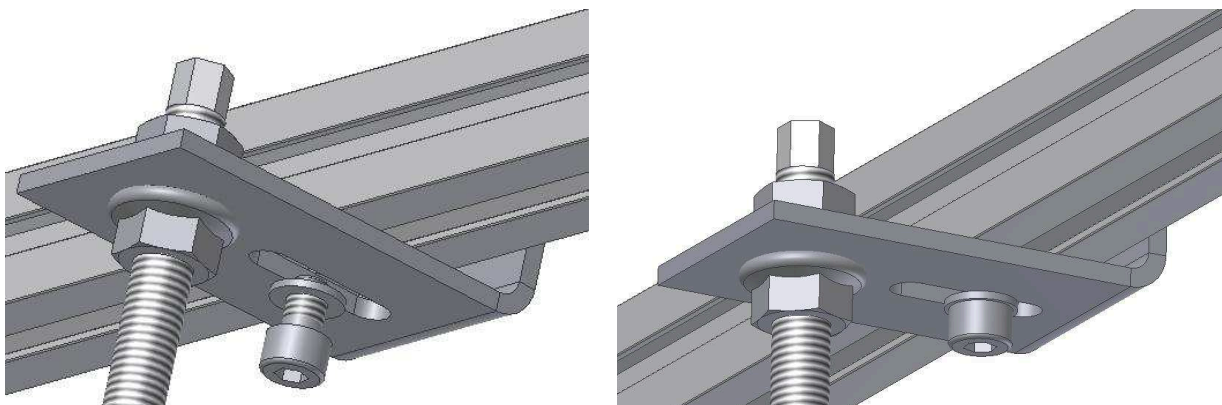
Vyšroubovat horní matice všech KV, a prostřední ustavit v nejvyšší možné výšce (tak aby po nasazení desky šla zašroubovat horní matice). Nasadit desky ŠS a jemně dotáhnout horní maticí KV.

Upevnění spodního NP



Obrázek 7.27 – upevnění spodního NP

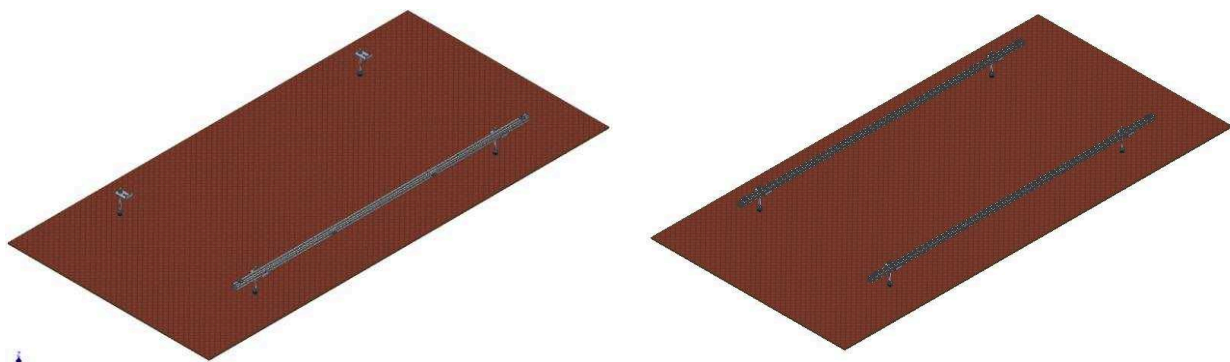
Spodní desky ŠS natočit směrem dolů, položit do nich spodní NP, jistit polohu. Na NP položit vodováhu, pokud není NP ve vodorovné poloze, otáčet spodními (v součinnosti s horními) matkami KV, až v ní bude. Nastavit desky ŠS tak aby směřovaly směrem dolů. Dotáhnout horní matice KV tak aby se desky nemohly otáčet.



Obrázek 7.28 – upevnění spodního NP

Ze spodní strany desek ŠS zasunout šroub s podložkou do drážky, z druhé strany přisunout matice v NP, tak aby se šroub mohl zašroubovat do spodní matice v NP. Šroub jemně utáhnout, tak aby NP nespádl, a dalo se s ním pohybovat. Bude k tomu potřeba:

Imbus	M8x12	DIN912/A2	2x
Podložka	8,4	DIN433/A2	2x

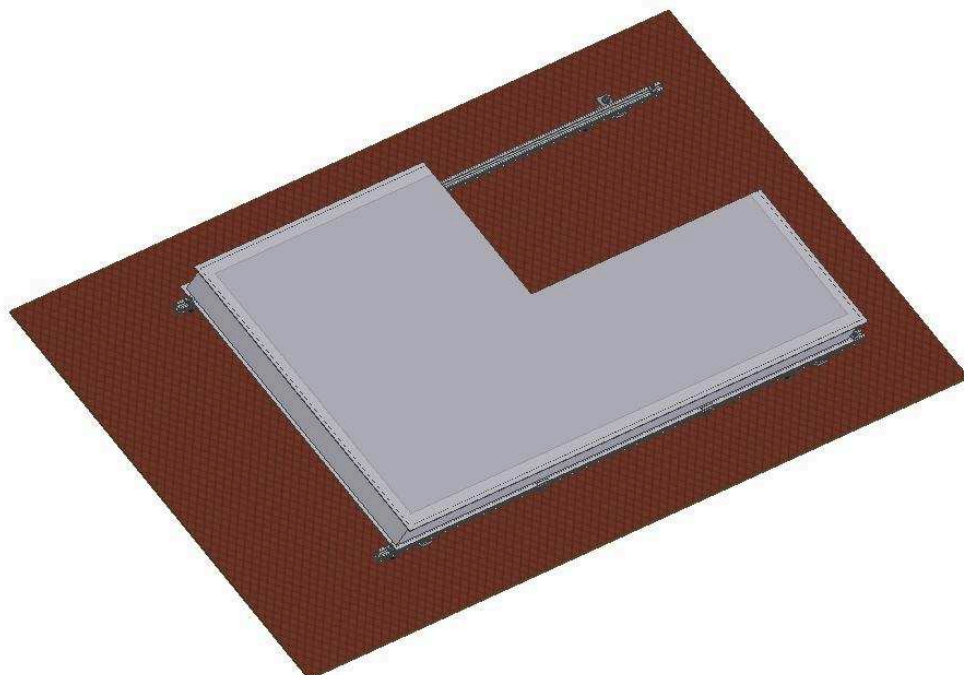


Obrázek 7.29 – spodní a horní NP

Posunout NP tak aby byl na střed KV, utáhnout imbus na jednom KV, NP nastavit tak, aby byl NP kolmý k oběma spojkám ŠS (měl stejnou vzdálenost od KV), utáhnout imbus na druhém KV. Přichytky kolektoru (na každé straně NP) posunout do vzdálenosti 700mm od kraje. Podložky s imbusem přesunout do krajních poloh NP.

Upevnění horního NP - Zopakovat předešlý postup (upevnění spodního NP) s tím rozdílem - použít horní NP. Zajistit, aby výšky obou NP byly ve stejné výšce a byly rovnoběžné.

Montáž SK - zopakovat postup uvedený v kapitole 7.4 MS RS část Připevnění SK. Montáž je hotova.



Obrázek 7.30 MS ŠS

8 DEFINICE PROVOZNÍCH PODMÍNEK, DOPORUČENÁ ÚDRŽBA

8.1 Definice provozních podmínek

Všechny MS jsou určeny pro maximální instalační výšku 20 metrů, maximální zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006 IV.oblasti 2,0kN/m². MS je určena pouze k upevnění SK. U MS RS/F může být upevněn odvzdušňovací ventil a přichycení vedení TUV. V případě MS RS/ŠS musí být střecha vybavena ochranou proti blesku.

8.2 Doporučená údržba

Pokud jsou dodrženy výše uvedené provozní podmínky, platí:

1x ročně - u všech typů zkontrolovat konstrukci MS, její upevnění, upevnění SK k NP, u SK zda nedošlo k zamlžení. V případě MS na RS (s betonovými dlaždicemi) zda nedošlo k jejímu posunutí.

1x měsíčně - u MS na Fasádu v případě že je SK umístěn pod okny, zkontrolovat pohledem zašpinění SK (je li špinavý snižuje se jeho účinnost).

Neperiodická údržba

MS na RS - v případě velkého množství napadeného sněhu se doporučuje, jeho odstranění.

Počasí - v případě silně nepříznivého počasí (krupobití, orkány...) provést roční údržbu uvedenou výše.

9 ZHODNOCENÍ

Jak bylo uvedeno na začátku, tato bakalářská práce se zabývá stavebnicovou konstrukcí MS s libovolným sklonem. Uvedená konstrukce MS RS/F, a ŠS je použitelná pro jeden SK umístěný naležato. Při použití SK nastojato, instalaci více SK, by bylo nutné použít delší profily, více trojúhelníku, přidat další vzpěry. Základem ale poslouží zkonstruovaná MS. Výhodou těchto MS je jejich univerzálnost, nevýhodou to že má více kusů spojovacích materiálu než ostatní MS, a především nutnost výroby spojovacích prvků. Pokud například firma jede na montáž a neví, který SK bude montovat, vezme tuto MS a nemusí nic řešit.

[3],[5]

10 ZÁVĚR

Je navrhnout stavebnicový systém konstrukce MS (která je spočítána statickými výpočty) pro různé typy instalace SK s libovolným sklonem, s uvedením výhod a nevýhod. Jsou také vypracovány montážní návody obecně platné pro různé varianty MS.

Přiložená výkresová dokumentace (jako vzorový příklad stavebnicového systému) obsahuje variantu konstrukce MS RS/F se sklonem 45° pro jeden SK. Dále je uvedena výkresová dokumentace k desce MS ŠS. Na přiloženém formátu A0 je varianta MS RS/F a MS ŠS (pro sklon 45°) s upevněným SK (detaily jeho upevnění a popisem základních pojmů v MS), dále jsou zobrazeny připravené horní a spodní NP společné pro všechny MS.

Pro firmu zabývající se montáží různých typů SK je důležité zabývat se myšlenkou mít jednu univerzální MS, protože se tím vyhne mnoha vážným problémům, které nastávají při montáži.

[3],[5]

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] LIENVEBER, J., VÁVRA, P.: STROJNICKÉ TABULKY Třetí doplněné vydání, ALBRA – pedagogické nakladatelství, Úvaly, Havlíčkova 197, 2006.

[2] KUBA, F.: Pružnost a pevnost, Vysoká škola báňská Ostrava, Ediční středisko VŠB, Ostrava 1990.

[3] PETRUŽELKA, J. Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.

[4] HUBKA, V. Konstrukční nauka, Heurista, Zürich, 1995. 118 s. ISBN 80-90-1135-0-8.

[5] VŠB TU OSTRAVA. Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce. verze: F. Ostrava, 24.5.2010. Dostupné z: <http://www.340.vsb.cz/uzitecne-informace-74.html>

[6] ALBRA. STROJNICKÉ TABULKY: Pomocná učebnice pro školy technického zařízení. Praha 6: ALBRA, 2009. ISBN 80-86490-74-2.

[7] HÁJEK, E., P. REIF a F. VALENTA. SNTL/LFA. Pružnost a pevnost 1. první. Praha 1: SNTL, 1988. ISBN L13-C3-IV-51f/28886.

[8] MIROLJUBOV A KOL., I.N. SNTL/ALFA. Řešení úloh z pružnosti a pevnosti. druhé, opravené, dotisk. Praha 1: SNTL, 1982. ISBN L13-C3-I-01/28847.

11.2 Internet

<http://www.citace.com/>

<http://translate.google.cz/?hl=cs&tab=wT>

<http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/70-hustota-sucheho-vzduchujeh>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_stupnice

<http://www.ferona.cz/cze/katalog>

<http://www.alupa.cz/jeklove-profil-y-trubky>

11.3 Použitý software

CorelDRAW Home&Student Suite X5

Autodesk Inventor Professional 2010

TakeScreen 1.3

Misrosoft Office Excel 2007

Misrosoft Office Word 2007

Foxit PDF Page Organizer

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1	SK tip zobáček	vlastní tvorba	10
Obrázek 2.2	SK tip vana	vlastní tvorba	10
Obrázek 2.3	kombi vrut		11
	http://www.foerch.cz/documents/thumbs/241338745_20102707130432_800x800_Fit_0_0.png		
Obrázek 2.4	háček	http://www.sunwave.cz/konstrukce-fotovoltaika0/stresni-haky	11
Obrázek 2.5	háček	vlastní tvorba (foto)	11
Obrázek 2.6	Nosný profil	http://www.solar-eshop.cz/p/al-profil-lehky/	12
Obrázek 2.7	Nosný profil	vlastní tvorba	12
Obrázek 2.8	Upevnění SK		12
	http://www.dzd.cz/images/download/pmp-cs-solar-p-montaz-ksol2.pdf		
Obrázek 2.9	Upevnění SK		12
	http://mega-sunshine.cz/wp-content/uploads/2013/02/Wagner-Co-Montaz-na-strechu-EURO-C20-C22.pdf		
Obrázek 2.10	Upevnění SK		12
	http://www.twi.cz/solar/fotogalerie-sedlove-strechy.php		
Obrázek 2.11	obrázky montážních sad		13
	http://eshop.neosolar.cz/images_content/354/1005-O-konstrukce-rovna-strecha-gse2000-2.pdf		
Obrázek 2.12	obrázky montážních sad		13
	http://www.propuls.cz/ke-stazeni/manualy/fixframe2125.pdf		
Obrázek 2.13	obrázky montážních sad		13
	http://www.solarnizbozi.cz/na-fasadu/horizontalni-ms-na-fasadu-sklon-45-/		
Obrázek 2.14	obrázky montážních sad		13
	http://eshop.neosolar.cz/konstrukce-na-rovnou-strechu-fasadu-pro-1-vertikalni-kolektor		
Obrázek 2.15	obrázky montážních sad		13
	Vlastní foto, ve firmě TWI s.r.o;		
Obrázek 2.16	obrázky montážních sad		13
	http://www.twi.cz/solar/fotogalerie-sedlove-strechy.php		

Obrázek 3.1	Zvolený NP	vlastní tvorba	14
Obrázek 3.2	Matice DIN 562/A2		15
http://www.nerezka.cz/matice-m-2-din-562-a2/d-72080/			
Obrázek 3.3	Profil do drážky	vlastní tvorba	15
Obrázek 3.4	Zajištění proti posunutí	vlastní tvorba	15
Obrázek 3.5	Přídržka kolektoru	vlastní tvorba	15
Obrázek 3.6	zajištění proti pohybu SK	vlastní tvorba	16
Obrázek 3.7	Spojka	vlastní tvorba	16
Obrázek 3.8	Pevná spojka	vlastní tvorba	16
Obrázek 3.9	Natáčecí spojka	vlastní tvorba	17
Obrázek 3.10	Protikus spojky	vlastní tvorba	17
Obrázek 3.11	ukázky různého sklonu MS	vlastní tvorba	17
Obrázek 3.12	základní pojmy v MS	vlastní tvorba	18
Obrázek 3.13	stanovení délek jechlů v MS	vlastní tvorba	20
Obrázek 4.1	deska ŠS	vlastní tvorba	21
Obrázek 5.1	zpevněná MS	vlastní tvorba	22
Obrázek 5.2	MS sklon 15°	vlastní tvorba	22
Obrázek 5.3	MS na dřevěnou konstrukci	vlastní tvorba	22
Obrázek 5.4	další možné spojky	vlastní tvorba	22
Obrázek 7.1	příprava spodního NP	vlastní tvorba	25
Obrázek 7.2	příprava horního NP	vlastní tvorba	25
Obrázek 7.3	přepony trojúhelníku	vlastní tvorba	26
Obrázek 7.4	montáž trojúhelníku	vlastní tvorba	26
Obrázek 7.5	montáž trojúhelníku	vlastní tvorba	27
Obrázek 7.6	montáž MS	vlastní tvorba	27
Obrázek 7.7	montáž MS	vlastní tvorba	28
Obrázek 7.8	montáž MS	vlastní tvorba	28
Obrázek 7.9	montáž spodního NP	vlastní tvorba	29
Obrázek 7.10	montáž spodního NP	vlastní tvorba	29
Obrázek 7.11	montáž horního NP	vlastní tvorba	30
Obrázek 7.12	montáž horního NP	vlastní tvorba	30
Obrázek 7.13	kotva do betonu		31
http://www.wh-kote.cz/katalog/kotevni-technika/pruvlakove-kotvy-do-betonu/pruvlakove-kotvy-spit-fix-zn.htm			

Obrázek 7.14	rozložení BD	vlastní tvorba	31
Obrázek 7.15	odstranění šroubů	vlastní tvorba	31
Obrázek 7.16	položená MS	vlastní tvorba	31
Obrázek 7.17	uložení MS	vlastní tvorba	31
Obrázek 7.18	přípevnění SK	vlastní tvorba	32
Obrázek 7.19	zajištění SK	vlastní tvorba	32
Obrázek 7.20	MS RS	vlastní tvorba	32
Obrázek 7.21	odstranění šroubů	vlastní tvorba	33
Obrázek 7.22	fasádní patky	vlastní tvorba	33
Obrázek 7.23	umístění MS	vlastní tvorba	34
Obrázek 7.24	MS F	vlastní tvorba	34
Obrázek 7.25	umístění KV	vlastní tvorba	35
Obrázek 7.26	upevnění desek	vlastní tvorba	35
Obrázek 7.27	upevnění spodního NP	vlastní tvorba	36
Obrázek 7.28	upevnění spodního NP	vlastní tvorba	36
Obrázek 7.29	spodní a horní NP	vlastní tvorba	37
Obrázek 7.30	MS ŠS	vlastní tvorba	37

SEZNAM TABULEK

Tabulka 3.1	Tabulka 3.1- Chemické složení a mechanické vlastnosti AlMgSi0,5	14
Dostupné z: http://www.proal.cz/info/424401.htm		
Tabulka 3.2	Porovnání délkových rozměrů SK	19
Tabulka 3.3	Porovnání šířkových rozměrů SK	19
Tabulka 6.1	momenty setrvačnosti a plochy profilů	24
Tabulka 6.2	délky profilů pro výpočet	24
Tabulka 6.3	kritické síly a kritické napětí	24

SEZNAM VZORCŮ

Vzorec 1	– délky jechlů MS	20
Vzorec 2	– síla větru	24
Vzorec 3	– celková síla na MS	24
Vzorec 4	– kritická síla dle Eulera	25
Vzorec 5	– kritické napětí	25